

Juha Tapio

## **S1-LUOKAN VÄESTÖNSUOJA**

## **S1-LUOKAN VÄESTÖNSUOJA**

Juha Tapio  
Opinnäytetyö  
Syksy 2015  
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennus

---

Tekijä: Juha Tapio

Opinnäytetyön nimi: S1-luokan väestönsuoja

Työn ohjaaja: Antero Stenius

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2015 Sivumäärä: 27 + 3 liitettä

---

Opinnäyte työ tehtiin Jan Pro Oy:n rakennuskohteesta. Työmaa oli Kiimingin keskustassa olevan 4-kerroksinen kerrostalo, jonne rakennettiin S1-luokan väestönsuoja. Tehtävänä oli rakentaa väestönsuoja perinteisellä levymuottitekniikalla ja paikalla valamalla. Opinnäytetyön tavoitteena oli esittää perinteisen rakentamistavan käytännöllisyys ahtaalla tontilla sekä oppia toimimaan työnjohtajana.

Opinnäytetyössä kuvataan projektin työnjohtajan tehtävät, joihin kuuluivat alue-suunnitelman päivittäminen, työturvallisuuden valvonta, aikataulun teko, työurakan laskenta, määrälaskenta, yhteistyö lvi- ja sähköurakoitsijan kanssa sekä työnjohtajana ja betonimestarina toimiminen. Suurin haaste oli ahtaalla tontilla tapahtuvan työskentelyn tehokkaana pitäminen ja valujen oikea toteutustapa kaasutiiviin lopputuloksen aikaan saamiseksi. Opinnäytetyön pohjalta voidaan todeta perinteisen kappaletavararakentamisen olevan toimiva ratkaisu ahtaissa olosuhteissa tapahtuvalle rakentamiselle verrattuna suuren työskentelytilan vaativalle elementtirakentamiselle. Haastava rakennusurakka vaatii huolellisen suunnittelun, ja sen avulla myös toteutus onnistuu.

---

Asiasanat: aluesuunnitelma, työturvallisuus, aikataulu, määrälaskenta, kaasutiivisyys

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISVELVOITE	6
2.1 Väestönsuojan rakentamisvelvoite uudisrakentamisen yhteydessä	6
2.1.1 Väestönsuojan luokitus Suomen säädöskokoelman mukaan	6
2.1.2 Väestönsuojan rakentamisen vaikutus kokonaishankkeeseen	6
3 ESIMERKKIKOHTIEN ESITTELY	8
3.1 Lähtötilanteen tarkistus	8
3.1.1 Työn aloitus	9
4 TYÖTURVALLISUUS, LAATU JA LOGISTIIKKA	20
4.1 Logistiikka	20
4.2 Laadun tarkkailu	22
5 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	27
LIITTEET	
Liite 1 Aluesuunnitelma	
Liite 2 Työturvallisuussuunnitelma	
Liite 3 Betonointisuunnitelma	

# 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö kuvaa S1-luokan väestönsuojan rakentamisen levymuottitekniikalla paikalla valuna. Työ toteutetaan perinteisellä menetelmällä, koska tontilla ei ole tilaa suurmuoteille eikä elementeille. Työmaa sijaitsee Kiimingissä kylän keskustassa. Pääurakoitsijana toimii Jan Pro Oy. Väestönsuojan kerros ala on 106 m<sup>2</sup>. Väestönsuojan rakentamisen toteuttamisessa käytetään hyväksi tehtäväsuunnitelmaa, joka on tehty ennen varsinaisen työn alkua.

Työnjohdon kannalta on tavoitteena oppia hallitsemaan tämän suuruusluokan tehtäväkokonaisuus ja oppia toimimaan lisäksi betonimestarina. Työnjohdon tehtäviin kuuluivat aluesuunnitelman päivittäminen, työturvallisuuden valvonta, aikataulun teko, työurakan laskenta, määrälaskenta, yhteistyö lvi- ja sähköurakoitsijan kanssa sekä työnjohtajana ja betonimestarina toimiminen.

Tärkeäksi tehtäväksi muodostui myös logistiikka. Päärakennuksen kalusteita ajettiin tontille samaan aikaan väestönsuojan rakennustarvikkeiden kanssa, ja pihan täytyi pysyä työskentelykelpoisena kuormien purkamisen ja sisään noston vaatimana aikana. Rakennustarvikkeiden purkamiset täytyi limittää valuaikataulujen sekä päärakennuksen rakentamisen vaatimusten mukaan. Tärkeää oli huolehtia, että pelastustiet pysyivät auki kaikissa työvaiheissa. Työturvallisuudesta huolehtiminen oli myös tärkeä osa rakentamista.

## **2 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISVELVOITE**

Rakentamisvelvoite väestönsuojan rakentamiselle on määritelty uusimman 29.4.2011 annetun pelastuslain mukaan. Pelastuslain 379/2011 71. § (väestönsuojan rakentamisvelvoite uudisrakentamisen yhteydessä) määrittää rakennuksen omistajaa koskevan rakentamisvelvoitteen sekä minkä tyyppinen väestönsuoja kohteeseen on rakennettava.

### **2.1 Väestönsuojan rakentamisvelvoite uudisrakentamisen yhteydessä**

Lähtökohta suojan luokkavaatimukselle on sen rakennuksen kerrosala, jonka käyttöön väestönsuoja tulee. Taloyhtiömuotoisessa kohteessa kerrosalat voidaan myös laskea yhteen ja rakentamisperuste määräytyy tätä kautta. Asuinrakennuksessa suojatilan tulee olla vähintään kaksi prosenttia rakennuksen yhteen lasketusta kerrosalasta. Myymälä- ja teollisuustuotantoon sekä kokoontumiseen ja varastointiin tarkoitettujen tilojen osalta varsinaisen suojatilan tulee olla vähintään yksi prosentti kerrosalasta. Suojatilan minimikoon on oltava kuitenkin vähintään 20 m<sup>2</sup>.

#### **2.1.1 Väestönsuojan luokitus Suomen säädöskokoelman mukaan**

Väestönsuojat luokitellaan Suomen säädöskokoelman 408/2011 määräysten mukaan luokkiin S1, S2 ja kallioväestönsuoja (1). Suojan luokan määrittämisen peruste on sen varsinaiseksi suojatilaksi määrittyvä pohjapinta-ala. S1-luokan suojalla se on minimissään 20 m<sup>2</sup> ja maksimissaan 135 m<sup>2</sup>, ja sen ympärysseiniä ja katon betonirakenteen vahvuudeksi määrätään vähintään 300 millimetriä teräsbetonia. Väestönsuojan lattian ja välipohjien sekä kantavien teräsbetonisten pilarien tulee olla, vähintään 150 millimetriä vahvaa teräsbetonia.

#### **2.1.2 Väestönsuojan rakentamisen vaikutus kokonaishankkeeseen**

Väestönsuojan sijainti tontilla määrittää sen rakentamisajankohdan. Väestönsuojan vaatima pohjapinta-ala tarvittiin aiemmin tontille rakennetun viimeisen kerrostalon elementtien välivarastointialueeksi. Tontin jyrkkä kallistus

vaati vastaavasti maan kaivuutöitä, jotka oli päästävä aloittamaan mahdollisimman aikaisin. Tämän vuoksi roudan syvyys oli tarkistettava jo aiemmin keväällä, kun lämpötilat olivat nousseet eikä routa enää syvene. Kaivanto avattiin ja suunnitelman mukainen maamassan vaihto ja tiivistys tehtiin. Osaltaan väestönsuojan teossa tarvittavia muotteja pystyttiin hyödyntämään viimeisen rakentamattoman autokatoksen perustusten teossa. Pihan asfaltointi oli vastaavasti sovittu alkamaan heinäkuun alussa, joten väestönsuoja oli oltava rakennettu siihen mennessä valmiiksi.

### **Aluesuunnitelma ja kustannustehokkuus**

Pääurakoisija järjesti syksyllä 2014 tarjouskilpailun väestönsuojan elementtirakenteista ja kuljetus- ja nostokustannuksista. Opinnäytetyössä tehtiin RT-kortiston avulla paikalle valetun levymuottitekniikalla toteutetun väestönsuojatyön kustannuslaskelma, joka osoittautui merkittävästi kustannustehokkaammaksi ratkaisuksi kuin valmiselementtiratkaisu. Kiireellinen aikataulu vaati toisaalta betonin lyhyen kuivumisajan, ja betonin lyhyt kuivumisaika huomioitiin varaamalla erilliset kuivurit tähän tarkoitukseen. Vesikaton teko aloitettiin heti holvin valun valmistuttua kastumisen ehkäisemiseksi. Tontin aluesuunnitelma (liite 1) vaati tilan käydessä ahtaaksi päivityksen. Liikennöinnin, kuormien purkamisen ja varastoinnin sekä nostokoneiden liikkumiseen tarvittavan tilan vuoksi elementtirakentaminen ja suurmuottirakentaminen täytyi sulkea pois. Se olisi vaatinut liikaa tilaa ja estänyt käynnissä ollessaan muun autoliikenteen purku- ja varastointialueelle sekä estänyt pelastustien käytön.

### 3 ESIMERKKIKOHTEN ESITTELY

Tämän lopputyön esimerkkikohteena oli As Oy Kiimingin Keskuskulma II, joka sijaitsee Kiimingissä osoitteessa Terveystie 11. Pääurakoitsijana toimi Jan Pro Oy. Kohteessa on rakennettu useamman kerrostalon käsittävä kokonaisuus, ja hankkeen arvioitu valmistumisaika oli syyskuun loppu 2014. Opinnäytetyön aiheena oleva S1-luokan väestönsuoja toimii väestönsuojana kahden viimeisen tontilla sijaitsevan talon osalta. Kuvassa 1 on esimerkkikohde valmiina.



*KUVA 1. Esimerkkikohde valmiina*

#### 3.1 Lähtötilanteen tarkistus

Työ käynnistettiin aloituspalaverilla. Palaverissa olivat läsnä vastaava työnjohtaja, työnjohtaja ja aliurakoitsijan edustaja. Aloituspalaverissa käytiin läpi urakkasopimus, aikataulu, aluesuunnitelma, aliurakoitsijalle varattu työkalujen säilytyskontti ja sosiaalityö sekä työturvallisuussuunnitelma. Tämän jälkeen kierrettiin työmaa aliurakoitsijan kanssa ja tarkastettiin väestönsuojan pohjan



olevan kunnossa aloitusta varten, kuormien purkupaikat, muottien tekopaikan ja raudoituksenvääntöpisteen, rakennus tarvikkeiden siirtoreitit työkohteeseen sekä aliurakoitsijalle varatun taukotilan ja työkaluille varatun kontin. Lopuksi todettiin töiden voivan alkaa. (Kuva 2.)



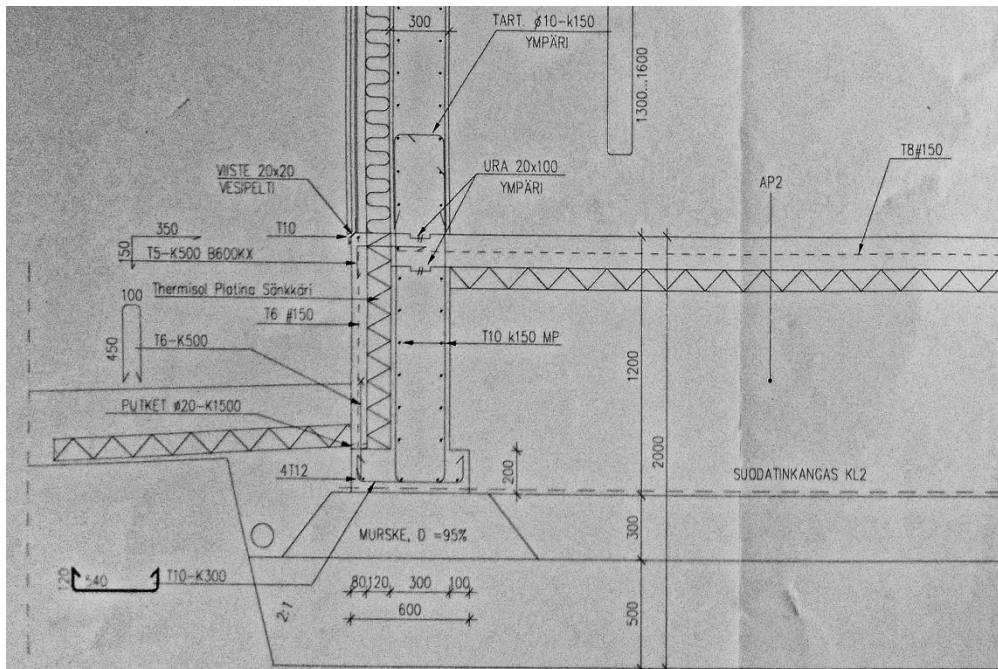
KUVA 2. Väestönsuojan pohja

### 3.1.1 Työn aloitus

Työt aloitettiin väestönsuojan nurkkapisteiden tarkistuksella ja niiden avulla määriteltiin anturan nurkkapistet. Seuraavaksi tarkistettiin kaikkien rakennuksen sisään tulevien anturan alittavien LVIS-putkien ja varausten olevan asennettu. Puutteita ei ollut ja anturamuotin asennus pääsi käyntiin tämän jälkeen. Anturamuottina käytettiin 12 mm:n vahvuisesta vanerista ajettua siivua, jonka runkona ympäri kiersi 50 x 100 mm:n vahvuinen lankku. Yksittäisen muotin kooksi muodostui 12 x 400 x 3000 millimetriä. Muotit kiinnitettiin toisiinsa ala pinnasta teräksisellä reikänauhalla.

Muottikierron valmistuttua asetettiin valmiiksi sidotut anturan raudoitukset paikalleen. Raudoitus tehtiin suunnitelman mukaisesti (kuva 3) neljästä 10

mm:n vahvuisesta pitkittäisteräksestä k-150 mm:n jaolla ja 10 mm:n puolihakasesta 300 mm:n jaolla.



**KUVA 3. Leikkaus**

Verkko kohotettiin maasta irti 50 mm:n korkuisella korpulla. Muotittiin vaakittiin anturan yläpinnan korko ja lyötiin naulat korkomerkeiksi. Yläpinta sidottiin 22 x 100 mm:n vahvuisella laudalla 1500 mm:n jaolla. Seuraavaksi pidettiin vaatimuksen mukainen raudoitustarkastus ja muotista muottikatselmus, ja valu voitiin suorittaa. Valutyö suoritettiin betonointisuunnitelman mukaan. Valun jälkeen betonin pinta hierrettiin suoraksi ja korkomerkkien mukaiseen korkoon. Seinän ja sokkelin tartuntateräkset asennettiin viimeisenä toimenpiteenä raudoituskuvan mukaisesti märkään valuun. Valu kirjattiin betonointi pöytäkirjaan (kuva 4).



*KUVA 4. Anturamuotti valukunnossa*

Anturan valumuotti purettiin seuraavana päivänä ja sisäpuolen täytönteko aloitettiin. Aikataulun kiireellisyyden vuoksi toteutettiin seinän alaosan ja lattian valu reunavahvistettuna yhtenäisenä valuna, joka nousi lattian yläpintaan. Menetelmä nopeutti työtä mutta kasvatti betonin menekkiä. Työvaiheen onnistuminen edellytti LVIS-töiden samanaikaista toteuttamista putkien ja kaivojen osalta täytön edetessä. (Kuva 5.)





*KUVA 5. Kaivot*

Täytön valmistuttua asennettiin väliseinä anturan pohjalle 50 x 600 x 3000 mm:n vahvuinen suulakepuristettu routaeristelevy, ja väliseinäanturan raudoitus. Seuraavaksi asennettiin 100 mm:n vahvuinen styroksikerros lattian pohjan alalle. Sen jälkeen asennettiin reunamuotin lukkojen kiinnityksen vaatimat harjateräksiset tangot, joihin muottilukot kiinnitettiin lattiastyroxin päälle, ja reunavahvikkeen teräkset asennettiin paikalleen.

Reunavahvike raudoitettiin tämän jälkeen 10 mm:n vahvuisesta harjateräksestä taivutetuilla umpihakasilla ja 10 mm:n vahvuisilla harjaterästangoilla. Raudoitus sidottiin k-150 mm:n jaolla verkoksi. Ulkoreunan muotti rakennettiin seuraavaksi. Muotti rakennettiin 12 mm:n vahvuisesta vanerilevystä, jossa oli 32 x 100 mm:n vahvuinen puurunko 250 mm:n jaolla vaakasuunnassa. Muottiin porattiin reiät, joihin asennettiin sokkelin vaatimat erilliset ruostumattomasta teräksestä olevat 5 mm:n vahvuiset tartuntateräkset. Lattia raudoitettiin 8 mm:n vahvuisesta harjateräksestä sitomalla k-150 mm:n jaolla verkoksi. Raudoitustarkastus ja muottikatselmus pidettiin välittömästi tämän jälkeen. Kaasutiiveys

vaatimuksen vuoksi varattiin paikalle 50 x 100mm reunoilta viistettyä lankkua valun yläpinnan ympärikiertoa varten. Lankku painettiin märkään valuun, ja se muodosti kaasutiiveyden vaatiman varauksen. Seuraavaksi suoritettiin valu ja ponttilankku upotettiin valun yläpinnan kanssa samaan korkeuteen, ja seinien ja väliseinän tartuntateräksiset asennettiin valuun. Lattia hierrettiin ja liipattiin betonin kuivuttua käsittelykelpoiseksi. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Reunavahvistettua laattaa valetaan*

Seuraavan päivän ensimmäinen työvaihe oli muotin purku ja varauslankun poisotto. Tästä eteenpäin työ jatkui väliseinämuotin teolla (kuva 7). Lattiavaluun kiinnitettiin 50 x 100 mm:n vahvuinen topparilankku muotin alapään lukitsemista varten ja kauemmas seinästä lankku muotin vinotukilautaa varten.



*KUVA 7. Väliseinä*

Muotti rakennettiin 12 mm:n vahvuisesta filmivanerista ja 32 x 100 mm:n vahvuisesta laudasta. Lautarungon pystyjako tehtiin 300 mm:n jaolla ja vaakalaudoitus 700 mm:n jaolla. Valmis muotin puolisko tuettiin suoraksi ja lukittiin vinotukilaudalla, ja siihen mitattiin muottipulttien paikat.

Pulttien reiät porattiin muottiin, pultit asennettiin reikiin ja lukot asetettiin pultteihin. Seinän raudoitus tehtiin tämän jälkeen 8 mm:n vahvuisesta harjateräksestä k-150 mm:n verkoksi sitomalla 25 mm:n suojaetäisyydellä seinästä. Raudoitukseen kiinnitettiin 8 mm:n vahvuiset harjateräksiset 100 mm:n korkuiset hakaset, joihin kiinnitettiin työteräkset. Seinän päihin kiinnitettiin erilliset raudoitukset yhdistävät 8 mm:n vahvuiset harjateräksiset hakaset k-150 mm:n jaolla, ja sen jälkeen sidottiin vastakkaisen puolen verkko. Raudoitustarkastus pidettiin tämän jälkeen ja muotin vastakkainen puoli rakennettiin valmiiksi. Päätytopparit asennettiin paikalleen ja pidettiin muottikatselmus. Päätytoppareiden asennuksen jälkeen seinä valettiin ja muotin purku suoritettiin seuraavana päivänä.

Seuraavana työvaiheena oli seinämuotin sisäpuoleisen kierron rakentaminen. Lattiaan kiinnitettiin 50 x 100 mm:n vahvuinen topparilankku muotin alapään



lukitsemiseksi ja lisäksi muotin vinotukien alapään lukituslankku. Muottityön edettyä aina suoran seinäosuuden kahden nurkkapisteen väliltä, muotit oikaistiin ja jäykistettiin lopullisesti. Tämän jälkeen mitattiin läpivientikappaleiden, oven ja luukun paikka ja porattiin pulttien reiät. Läpivientikappaleet kiinnitettiin ruuvaamalla muotin sisäpuoleiseen seinämään. Oven ja luukun karmien ulkopintaan kiinnitettiin hitsaamalla harjateräkset, joihin muottilukot kiinnittyivät, ja oven karmin taipuminen estettiin laittamalla siihen kaksi 50 x 100 mm:n lankkua vaakaan karmien väliin. Oviaukon kohdalta muottiin jätettiin kulkuaukko sisäpuolelle pääsyä varten. (Kuva 8.)

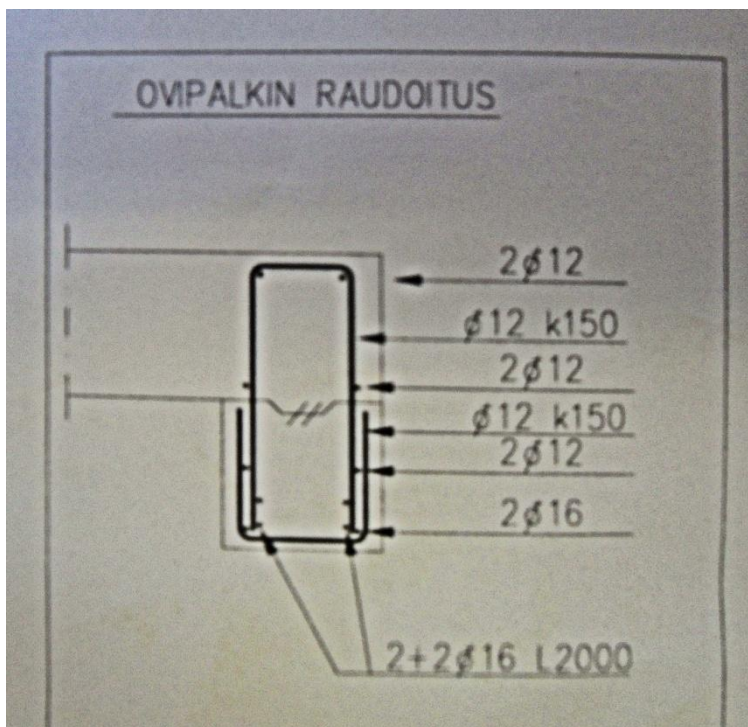


*KUVA 8. Oviaukon kulkureikä*

Seuraava työvaihe oli sisäpuoleisen holvin pöytämuotin rakentaminen. Holvimuotti rakennettiin teräksisistä valmisosista, joissa lattian päälle tulevan kolmijalan sisään asetettiin pystyyn teräksinen korkeussuunnassa säädettävä tolppa. Tolpat asennettiin 1200 mm:n jaolla. Tolppien päihin asennettiin teräksinen haarukka, ja niiden varaan puinen 200 mm:n vahvuinen palkki, jonka

päälle tehtiin laudoitus 32 x 100 mm:n vahvuisesta laudasta k-200 mm:n jaolla, ja sen päälle 12 mm:n vahvuisesta filmivanerista levytys. Seinän ja holvin liitoskohtaan laitettiin metallinen tiivistelista. Lopuksi pidettiin holvimuotin muottikatselmus.

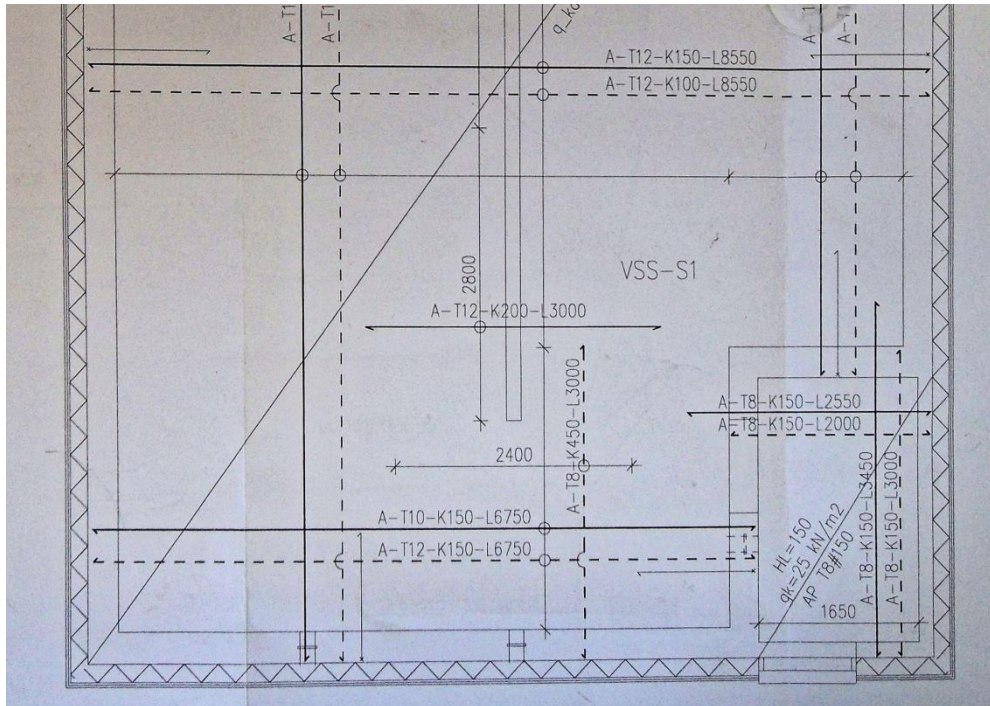
Seuraavaksi raudoitettiin seinät. Raudoitus sidottiin 10 mm:n vahvuisesta harjateräksestä k-150 mm:n silmäkoolla olevaksi ristikkäiseksi verkoksi 25 mm:n raudoitus korokkeen (korppu) erottaessa sen seinästä. Oviaukon yläpuolelle tehtiin erillinen vahvistettu raudoitus (kuva 9).



KUVA 9. Ovipalkin raudoitus

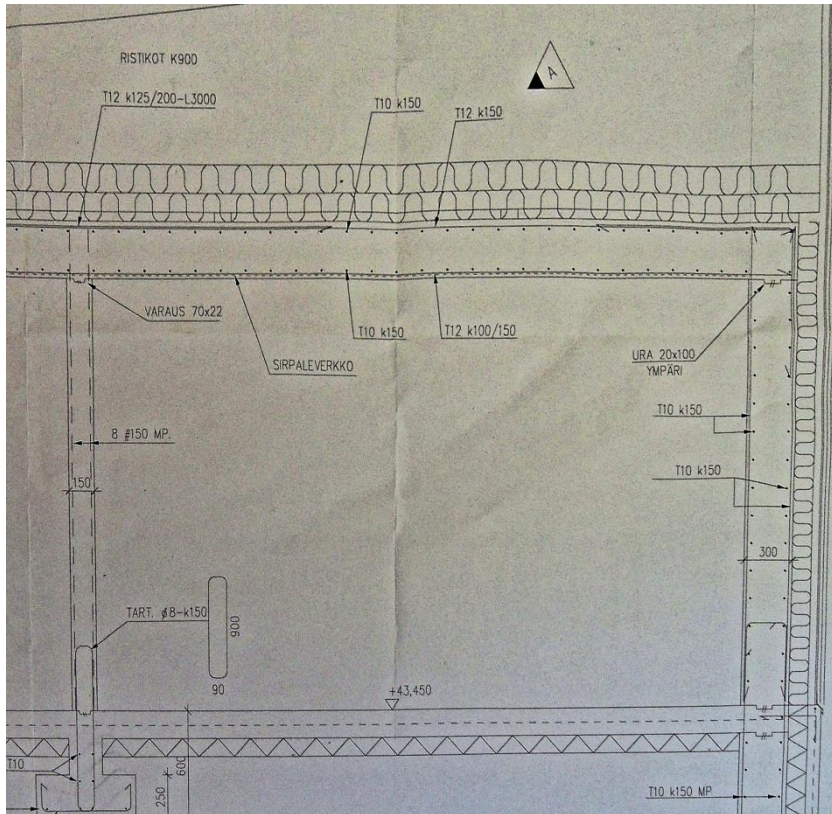
Nurkkiin sidottiin erilliset päätyhakaset 10 mm:n vahvuisesta harjateräksestä k-150 mm:n jaolla samoin kuin väliseinässä. Seuraavaksi raudoitettiin holvi. Ensimmäisenä holvimuotinpäälle asennettiin teräksinen sirpalesuojaverkko 25 mm:n raudoitus korokkeen varaan. Raudoitus tehtiin 10mm:n harjateräksestä k-150 mm:n verkoksi sitomalla ja lopuksi raudoitukseen lisättiin erilliset suunnitelmassa olevat vahviketeräkset (kuva 3) ja eteisen katon osalle tulevat hakaset sekä muut erilliset suunnitelmassa olevat raudoitukset (kuva 10).





KUVA 10. Holvin raudoitus

Holville asennettiin seuraavaksi 230 mm:n korkuiset teräksiset korokepukit, joiden päälle asennettiin työteräkset, ja niiden päälle sidottiin yläpinnan verkko ja erilliset suunnitelman mukaiset vahviketeräkset (kuva 11).



KUVA 11. Holvin teräks

Lopuksi pidettiin raudoitustarkastus. Tämän jälkeen seinän muotin ulkokierto rakennettiin paikalleen ja pidettiin muottikatselmus. Seinät ja holvi valettiin tämän jälkeen yhtenä valuna. (Kuva 12.)



KUVA 12. Seinät ja holvi

Ulkoseinän muotit irrotettiin seuraavana päivänä. Väestönsuojan sisäpuoleinen tilanne käytiin tarkistamassa eikä ongelmia havaittu. Luukku ja ovi jätettiin auki kuivumisen tehostamiseksi. Holvimuotti purettiin neljäntenä päivänä valusta ja siihen jätettiin vielä muutama varmistustuki paikalleen ja samalla asennettiin lämpöpuhaltimet ja kuivurit toimimaan kosteuden poistumisen nopeuttamiseksi.

Seuraavana työvaiheena oli sokkelin halkaisulevyn kiinnitys. Halkaisuna käytettiin 100 mm:n vahvuista styroksilevyä. Eriste kiinnitettiin betonissa oleviin reunavalun muottiin porattuihin ruostumattomiin teräksiin ja reunavahvike muotin lukkojen kiinnitysteräksiin. Sokkelin rauditus sidottiin 6mm:n vahvuisesta harjateräksestä 150 mm:n verkoksi. Rauditustarkastuksen jälkeen ulkopuolen muotti kiinnitettiin lukoilla reunavahvikkeen läpi tuleviin tartuntateräksiin ja betoniruuveilla anturaan. Muottikatselmuksen jälkeen sokkeli valettiin ja väestönsuojan betonointityöt olivat valmiit.

## 4 TYÖTURVALLISUUS, LAATU JA LOGISTIikka

Kohteen työturvallisuuden vastuuhenkilöt olivat vastaava työnjohtaja, työsuojeluvaltuutettu ja työnjohtaja. Määräysten noudattamisen seuranta kuului jatkuvana osana työnjohtajan työhön. Kohteessa noudatettiin yleisiä työsuojelumääräyksiä. Väestönsuojaan tehtiin myös oma tarkennettu työturvallisuussuunnitelma (liite 2). Kohteessa työskentelevät hyväksyivät suunnitelman ja noudattivat sitä hyvin. Työturvallisuussuunnitelmassa painotettiin kaikkien henkilökohtaisten suojavälineiden käyttöä, ja toisaalta muita kohteen luonteeseen kuuluvia riskitekijöitä. Suunnitelman luomisessa käytettiin apuna Ra-turva 2 -kirjaa: Aloituspalaveri ja perehdyttäminen (2, s. 7, 8), TR-mittarin teemat (2, s. 37–40), Oman työn turvallisuussuunnittelu (2, s.34–36), Muottityö (2, s. 55), Raudoitus (2, s. 56), Betonointi (2, s. 57), Metalliovi ja ikkunatyö (2, s. 64)

### 4.1 Logistiikka

Logistiikan oli tärkeä toimia työmaalla hyvin. Päärakennuksen kalusteita ajettiin tontille samaan aikaan väestönsuojan rakennustarvikkeiden kanssa, ja pihan täytyi pysyä työskentelykelpoisena kuormien purkamisen ja sisään noston vaatimana aikana. Rakennustarvikkeiden purkamiset täytyi limittää valuaikataulujen sekä päärakennuksen rakentamisen vaatimusten mukaan.

### Hankinnat

Rakennustarvikkeiden määrälaskenta kuului työnjohtajan tehtäväsuunnitteluun, ja pääurakoitsija valitsi tarvikkeiden toimittajat hintakilpailun jälkeen. Hankinnat tehtiin tehtäväsuunnitteluun kuuluneen väestönsuojakohteen määrälaskennan mukaan. Rakennustarvikkeiden toimittajille lähetettiin tilauksista laskelmat hyvissä ajoin, ja ilmoitettiin tarvikkeiden työmaalle toimitus päivät. Tarvikkeiden toimittajat olivat velvollisia ilmoittamaan tilaajalle mahdollisista esteistä riittävän ajoissa, jotta asiaan oli mahdollista reagoida.

## **Alueen käyttö**

Väestönsuojatyötä varten tehtiin oma alueenkäyttösuunnitelma. Suunnitelmaan merkittiin muottien rakennuspaikka, terästen vääntöpaikka, säilytykselle varatut alueet, vesipiste ja sähkökeskusten paikat.

Paikat valittiin niin, etteivät ne ole muun työmaan vaatiman työn eivätkä liikennöinnin esteenä eikä niitä jouduta muuttamaan kesken työn ja niille johtavat kulkuväylät pysyvät avoimina. Kuormien tilaus ajoitettiin niin, että ne eivät mene päällekkäin päärakennuksen rakentamista koskevien toimitusten kanssa ja tarvikkeet ovat ajoissa työmaalla. Rakennustarvikkeet tilattiin useammassa erässä tilan ahtaudesta johtuen ja samalla pystyttiin kontrolloimaan tarvikkeiden konkreettista menekkiä.

## **Sisäinen liikennöinti**

Teräkset ja muotit lastattiin siirtokelpoisiksi nipuiksi ja mahdollisimman pieneen tilaan työpisteissä. Työpisteistä ajettiin muottien ja raudotteiden valmistuttua kaikki tarpeettomaksi käynyt materia pois tilan vapautumiseksi muuhun käyttöön.

Työmaalla tapahtuvat siirrot laskettiin jo tehtäväsuunnitelmassa tapahtuvaksi niin, että kurottaja tai trukki on käytettävissä ja siirtomatka pitkä. Urakoitsijalla oli työmaalla kurottaja ja trukki, ja tämän vuoksi siirtoja oli helppo ajoittaa tilanteen vaatimusten mukaan eikä siirroille tarvinnut laskea erillistä hinnoittelua.

## **Betonointi**

Betoniautot tukkivat pääajoväylän, joka oli myös pelastustie, valupäivinä useammaksi tunniksi. Tämä otettiin vastaavasti päärakennuksen logistiikassa huomioon. Päärakennuksen tarvikkeiden toimitusaikataulua muutettiin tarvittaessa tämän vuoksi. Pelastustien ollessa poikki useamman tunnin järjestettiin mahdollisuus varaporttien käyttöön pelastustien käytön mahdollistamiseksi.

## **Purku ja siivous**

Kaikki mahdollinen muottien purku tehtiin valun jälkeisenä päivänä, ja purettu muottikalusto puhdistettiin ja siirrettiin pois työmaalta. Purkutyön valmistuttua työmaa siivottiin aina perusteellisesti.

## **Jättekustannusten minimointi**

Muottien rakentamisesta jäänyt puujäte eriteltiin polttokelpoisena puujätteenä sille varatulle paikalle. Polttokelpoinen puujäte annettiin ilmaiseksi pois eikä siitä aiheutunut jättekustannuksia. Metallijätteet myytiin kierrätysmetallia ostavalle yritykselle. Syntynyt sekajätteen määrä saatiin näillä toimenpiteillä minimoitua ja sen kustannusvaikutus väestönsuojan teossa jäi erittäin vähäiseksi.

## **4.2 Laadun tarkkailu**

Väestönsuojan laadullisen lopputuloksen vaatimukset olivat betonointityön onnistuminen kaasutiiveyden osalta, sekä betonin pinnan pinnoitus kelpoinen laatu ilman tasoitetöitä koskien kaikkia valettuja pintoja. Valettujen pintojen laadullinen luokkavaatimus oli A-luokka.

Laadunhallintajärjestelmän perusteena väestönsuojan työssä käytettiin Rakennusteollisuus RT ry Työmaatekniikka kirjan ohjeistusta, jonka mukaan myös lopullinen laaduntarkistus mittaus tehtiin, sekä tekemällä betonointi töistä siihen kuuluvat betonointisuunnitelmat (2).

Betonointisuunnitelman (liite 3) teki työnjohtaja Betoninormit 2012-kirjan määräysten mukaan (4). Betonin lujuuden kehityksen seuranta toteutettiin betoninormien ja Sadgroven kaavan avulla (3). Lisäksi suunniteltiin kohteen onnistumiseen vaikuttavien asioiden pohjalta siihen sopivia työmenetelmiä valvonnan helpottamiseksi.

## **Laatuluokka A**

Laatuluokka A määritellään lattian osalta (3, s. 22) löytyvien taulukoiden 1 ja 1.2 mukaan. Seinien ja holvin osalta laatuluokka A on määriteltynä kohdassa betonirakenteidenpinnat ja luokitusohjeet (3, s.24) (3).

Betonointisuunnitelma on tehty betoninormien (Betoni normit 2012 By 50) mukaan (4). Anturan betonoinnissa käytettiin betonin rasitusluokkana luokkaa X2 ja seoksen notkeutena k30-2.(4, s.127.kappale 4, kohta 4.2.4.4)

Seinän ja holvin betonoinnissa, käytettiin betonin rasitusluokkana luokkaa XC1 ja seoksen notkeutena k30-2.(4, s.126.kappale4, kohta 4.2.4.4) Sokkelin valuun käytetyn betonin rasitus luokka oli XC4/XF1 ja seoksen lujuutena K35-1 pak-  
kasenkestävänä. (4, s.127)

Mittaustyöt toteutettiin aliurakoitsijan mittamiehen ja työjohtajan yhteisenä työnä, mikä paransi mittaustyön laatua, nopeutti työn johtamista ja valvontaa. Tarkistusmittaus voitiin myös tehdä heti mittauksen valmistuttua ja mittaukset saatiin merkittyä välittömästi pöytäkirjaan.

Betonipintojen laatuvaatimuksen täyttyminen edellytti muottityön onnistumista. Muottien suoruus, linjaus, korko ja taipuma tarkistettiin aina erillisesti ennen muottikatselmuksen pitämistä ja mahdolliset virheet korjattiin. Muottien rakentamiseen käytettiin laadun luomiseksi ainoastaan uutta puu ja levymateriaa. Muottien ja raudotteiden laaduntarkkailu alkoi tarvikkeiden saapuessa työmaalle, jolloin niiden ensimmäinen laaduntarkistus alkoi heti kuorman purkamisen yhteydessä.

### **Valmisteleva ja työn aikainen laaduntarkkailu**

Ennen rakentamisen aloittamista tarkistettiin väestönsuojan pohjan tiiveys levykuormituskokeella. Pohjan todettiin täyttävän sille asetetut tiiveysvaatimukset. Aliurakoitsijan edustajan kanssa pidettiin rakennuksen pohjan katselmus osana aloituspalaveria, jossa tarkistettiin kaikkien LVIS- putkitusten ja varausten asennus sekä pohjan korkeusasema ja nurkkapisteet. Asioiden todettiin olevan kunnossa ja rakentamisen aloittamiselle ei ollut esteitä. Lopuksi tiedotettiin kaikkia väestönsuojan rakentamiseen osallistuvia työntekijöitä laadullisista vaatimuksista. Työntekijöille suoritetuissa tiedostuspalavereissa painotettiin työn laatuvaatimusten toteutumisen tärkeyttä ja työmenetelmiä koskevien laatujärjestelmien ehdotonta noudattamista.

Mittaustyöt suoritettiin työnjohtajan ja aliurakoitsijan mittamiehen kanssa työparina. Menetelmällä saatiin kerralla tarkempia mittauksia ja tarkistusmittaukset voitiin pitää heti varsinaisen mittauksen jälkeen, ja mahdolliset virheet tulivat huomioiduksi, ja ne pystyttiin korjaamaan välittömästi. Mittaustöihin sisällytettiin myös muottien laatutarkistus muottikatselmusta edeltävänä toimenpiteenä.

### **Läpiviennit ja rauditus**

Ennen rauditustyön aloittamista tarkistetaan kaikkien läpivientien olevan niille kuuluvilla paikoilla ja varmistetaan niiden oikea kiinnitys. Ennen rauditustyön aloittamista pidettiin aliurakoitsijan raudoittajien kanssa palaveri, jossa käytiin läpi terästen jako ja vahvuus, jatkospituudet ja suojaetäisyydet. Erityistä huomiota kiinnitettiin erillisiin oviaukon ja holvin vahvikeraudoituksiin. Raudoituksista piti työnjohtaja alustavan raudoitustarkastuksen aina ennen varsinaista raudoitustarkistusta.

### **Betonointi**

Betonointi toteutettiin työnjohtajan laatiman betonointisuunnitelman mukaan. Betonointityön laaduntarkkailussa varsinaisen valun osalta keskeinen tehtävä oli valvoa sen toteutuminen betonointisuunnitelman mukaan. Betoniseoksen täytyksen onnistumisen varmistamiseksi käyttöön varattiin varavibraattori laiterikon sattuessa sekä sähkö generaattori sähkökatkoksen varalta. Työmaalle saapuva betoni tarkistettiin vertaamalla kuormakirjaa tehtyyn tilaukseen. Näin tarkistettiin betonin tilauksen mukainen laatu, määrä ja seoksenteon alkamisaika. Kuormakirjat otettiin talteen ja niihin merkittiin betonin työmaalle saapumisaika. Kuormakirjoja hyödynnettiin betonointipöytäkirjojen teossa. Valupäivien lämpötilaolosuhteet kirjattiin ylös ja valun kuivumista tarkkailtiin betoninormiston ohjeistuksen mukaan.

Valmiin valun jälkihoito toteutettiin vedellä tapahtuvalla jälki kastelulla ja lopullinen laatu tarkistettiin mittaamalla betonipintojen suoruus ja pitämällä kaasutiiveyskoe.



## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä osoitetaan lukijalle, että väestönsuojatyö voidaan tehdä tehokkaasti paikalla valaen, ja muotittuun toteutus perinteisellä kappaletavaramenettelmällä on edelleen tänä päivänä toimiva sekä kustannustehokas ratkaisu, ja kohteen laadullinen lopputulos on sille asetettujen laatuvaatimusten mukainen.

Tähän kohteeseen valittiin kappaletavararakentaminen ja paikalla valu menetelmä, koska suurmuotti- tai elementtirakentaminen olisi vaikeuttanut liikaa muuta rakennustoimintaa tontin ahtauden vuoksi. Perinteistä menetelmää noudattaen päästiin myös kustannustehokkaaseen ratkaisuun verraten muihin menetelmiin.

Työn onnistuminen edellytti hyvän ennakkosuunnittelun. Väestönsuojatyöhön tehtiin määrämenekkilaskelmat, aikataulu sekä alueenkäyttösuunnitelma, logistiikkasuunnitelma ja laadunhallintajärjestelmä. Suunnittelussa kiinnitettiin myös huomiota kaikkien erillisten suunnitelmien yhteensopivuuteen ja tärkeimpänä oli työturvallisuussuunnitelman tinkimätön toimivuus väestönsuojatyön aikana. Huolelliset suunnitelmat mahdollistivat tehokkaan työnjohdon sekä auttoivat näkemään mahdolliset virheet jo ennakkoon, jolloin niihin pystyttiin reagoimaan ajoissa. Henkilökohtaisesti olin yllätynyt, kuinka suuren työmäärän suunnittelu vaatii.

Työturvallisuuteen keskityttiin väestönsuojatyön aikana sitä erityisesti painottaen. Tein havainnon, että huolellisesti tehty työturvallisuussuunnitelma on helppo noudattaa ja valvoa eikä sillä ollut negatiivista vaikutusta työn tekemiseen eikä aikataulussa pysymiseen.

Opinnäytetyötä tehdessäni hyödynsin väestönsuojatyötä varten tehtyä tehtäväsuunnitelmaa sekä omaa työkokemustani rakennusosalta. Lopputuloksesta voidaan päätellä, että perinteinen tapa rakentaa kappaletavarasta paikallaan on hyvä vaihtoehto tästä eteenpäinkin. Kohde valmistui aikataulussa, täytti sille asetetut laatu vaatimukset ja budjetti pysyi sille asetetuissa raameissa.

Tämän kokoinen projekti oli minulle haasteellinen tehtävä. Opin omasta mielestäni tehtävää suunniteltaessa ja varsinaista työtä toteutettaessa myös paljon uusia asioita. Omasta ja vastaavan mestarin mielestä selvisin tehtävästäni hyvin. Myös aliurakoitsijan kanssa toimiminen sujui ongelmitta.

## LÄHTEET

1. RT 408/2011 SM-21508. Väestönsuojien luokitus Suomen säädöskokoelman mukaan (2011). Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/21508> (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 5.2.2015
2. RT KI- 6018. Ra-turva 2 (2010). Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/6018> (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 18.2.2015
3. 1215-SRatu. 2006. Työmaatekniikka. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/1215> (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 5.2.2015
4. BY 50 Betoninormit 2012. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.



JanPro Oy. Väestönsuoja työ  
Terveystie 11, 90600 Kiiminki  
Työmaalla noudatetaan yleisiä työturvallisuus määräyksiä

Työturvallisuus suunnitelma väestönsuojatyötä koskien

Kaikki työmaa-alueella/kohteessa työskentelevät henkilöt ovat velvollisia käyttämään henkilökohtaisia suojavarusteita joista pakollisia

- ☐ Kypärä
- ☐ Kuulosuojat
- ☐ Silmäsuojat
- ☐ Suoja takki
- ☐ Suoja housu/haalari
- ☐ Turvakengät
- ☐ Suoja käsineet
- ☐ Heijastinliivi tai muu vastaava
- ☐ Henkilökortti
- ☐ Tulitöitä tekevillä työntekijöillä oltava voimassa oleva tulityökortti
- ☐ Työnjohto myöntää työntekijälle tulityösuunnitelman mukaisen tulityöluvan

Työturvakortti on oltava kaikilla työmaalla työskentelevillä voimassa.

Mikä tahansa yllämainituissa asioissa tapahtuva laiminlyönti aiheuttaa työntekijän tai muun henkilön välittömään poistamiseen työmaan alueelta ja asian korjaamiseen ennen kuin henkilö on oikeutettu palaamaan alueelle takaisin. Asiaa valvoo pääurakoitsijan edustaja.

Alueen käyttö

Aliurakoitsija säilyttää rakennustarvikkeet niille erikseen sovitulla alueella. Aluesuunnitelman mukaiset työmaan kulkutiet pidetään vapaina ja aluesuunnitelmassa esitetyt hälytysajoneuvojen ajoreitit pidettävä ehdottomasti vapaina. Aliurakoitsija huolehtii oman työkohteensa siivouksesta.

Kojeet ja laitteet

Aliurakoitsija huolehtii kaikkien työmaalle tuomiensa työkalujen/koneiden turvallisuus säännösten vaatimasta kunnosta. Asiaa valvoo pääurakoitsijan edustaja ja puutteen tullessa ilmi hänellä on oikeus välittömästi asettaa laite käyttökieltoon kunnes asia on korjattu. Pääurakoitsijan aliurakoitsijalle käyttöön asettamien omien kojeiden/koneiden ja laitteiden osalta tehdään samat tarkistukset ja mahdolliset toimenpiteet.

#### Telineet

Kohteessa tehdään kaikki telinettä vaativa työ kurottajan henkilönostokorista, jonka pääurakoitsija hoitaa urakkasopimuksessa sovitulla tavalla. Työn aikana on pidettävä turva valjaita. Kohteessa ei tehdä telineitä eikä telinesuunnitelmaa tarvita.

#### Kulku holville

Holville kulkua varten rakennetaan työturvallisuus lain mukainen kaiteellinen työmaaporras. Tikkaiden käyttö kulkutienä on kielletty.

#### Putoamissuojaus

Holville on rakennettava kaide ennen raudoitustyön aloittamista. Holvilla työskenneltäessä vastaavalla kohdalla on sen alapuolella työskentely kielletty.

#### Nostot

Nostettavien taakkojen alle meno on kielletty.

#### Tartunta teräkset

Kaikki tartunta teräkset suojataan päistään muovitulpilla tai väännetään hakasen muotoon keihästymisvaaran estämiseksi.

#### Muottien asennus

Muotit asennetaan aina työparina ja tarvittava väliaikainen tuenta tehdään välittömästi.

### Kulmahiomakoneen ja hitsausvälineiden käyttö

Tulityölupa myönnetään tulityökortin omaavalle henkilölle sitä tarvittaessa. Tulitöitä tehtäessä noudatetaan tulitöiden määräyksiä. Lisäksi varmistetaan kohteen tulityökelpoisuus ennen töiden aloittamista ja huolehditaan tarpeellisesta suojaus ja sammutuskalustosta sekä jälkivartiointista.

### Betonointi

Betonoinnissa noudatetaan betonointi suunnitelmaa. Liikkuvien betoni/pumppuautojen tarpeeton lähelle meno on kielletty. Valun aikana varottava letkun äkkinäisiä liikkeitä. Seinien/ holvin valun aikana työskennellään valuletkun takapuolella sen liikkeeseen nähden letkun äkkinäisen liikkeen aiheuttaman huitaisu/putoamisvaaran vuoksi. Letkun tukkeutuessa valu keskeytetään välittömästi.

Havaittaessa puutteita työmaan työturvallisuus asioissa keskeytetään työskentely, tiedotetaan asiasta työnjohdolle ja asia korjataan ennen töiden jatkamista. Läheltäpiti-tilanteista ilmoitetaan työnjohdolle.

Aliurakoitsija on käynyt läpi työturvallisuus suunnitelman ja sitoutuu sitä noudattamaan.

Asiaa valvotaan viikoittaisella TR-mittauksella. Mittauksessa on läsnä pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan edustajat. Havaittaessa laiminlyöntejä työ kohteessa keskeytetään ja puutteet korjataan ennen töiden jatkamista.

## Betonointisuunnitelma väestönsuojan valutöille Terveystie 11

## Anturan valu 7.5.2014

- Betoni K30-2/XC2
- Määrä 6,5m<sup>2</sup>
- Valu alkaa 8.00
- Anturamuotti täytetään kahtena kiertona. Vibraus 300s/m<sup>2</sup>. Valun etenemisnopeus 5 minuuttia/m<sup>2</sup>.
- Valuaika ei saa alittaa 32,5 minuuttia.

## Reunavahvistetunlaatan, ja lattian valu 14.5.2015

- Betoni K30-2 /XC1
- 23,5 m<sup>2</sup> reunavahvikkeelle
- 2,7 m<sup>2</sup> väliseinä anturalle
- Lattia 16m<sup>2</sup>
- Menekki yhteensä 42,2m<sup>2</sup>
- Valu alkaa 8.00
- Reunavahvistettu laatta valetaan kolmena kiertona sen aiheuttamasta suuresta valupaineesta ja korkeudesta johtuen.
- Vibraus 300s/m<sup>2</sup>. Valuaika ei saa alittaa 3,51h. Maksimi nousunopeus 1m/h. Maksimi pudotuskorkeus 1,5m. Maksimi valuputken siirto 3m. Maksimi tärytysväli 10\*vibran halkaisija.



## Väliseinän valu 19.5.2014

- Betoni K30-2 /XC1
- Menekki 2,5m<sup>2</sup>
- Valu alkaa 8.00
- Vibraus 300s/m<sup>2</sup>
- Valuaika ei saa alittaa 2h
- Maksimi nousunopeus 1m/h
- Maksimi pudotuskorkeus 1,5m
- Maksimi valuputken siirto 3m
- Maksimi tärytysväli 10\*vibran halkaisija.
- Valetaan kolmessa osassa 0,76m kerrokseen pyrkien. Kerrosten välissä pidetään painumatauko ja tehdään jälkitäryytys.
- Kurottaja annetaan käytettäväksi, telinettä ei tarvita.

## Seinien ja holvin valu 28.5.2014

- Betoni K30-2 /XC1
- Menekki seinille 29,5m<sup>2</sup>
- Menekki holviin 31m<sup>2</sup>
- Valu alkaa 8.00
- Vibraus 300s/m<sup>2</sup>
- Valuaika ei saa alittaa 5,5h
- Maksimi nousunopeus 1m/h

- Maksimi pudotuskorkeus 1,5m
- Maksimi valuputken siirto 3m
- Maksimi tärytysväli 10\*vibran halkaisija
- Valun noustua 1 metrin pidetään tarkistustauko oven alaosan täyttymisen toteamiseksi ja muotin eheyden tarkistamiseksi. Ennen valun jatkamista suoritetaan jälkitärytys. Valun edettyä seinän puoleenväliin pidetään 30min painumatauko ja tarkastetaan muotin eheys. Ennen valun jatkamista suoritetaan jälkitärytys. Valun noustua holvin alapintaan pidetään 20 min painumatauko. Ennen holvin valun aloittamista suoritetaan jälkitärytys.

#### Sokkeli 5.6.2014

- Ulkotilojen rakenteet K35-1
- pakkasenkestävä XC4/XF1
- menekki sokkeliin 4,5m<sup>2</sup>
- valu alkaa 8.00
- vibraus 400s/m<sup>2</sup>
- Valuaika ei saa alittaa 2h
- Maksimi nousunopeus 0,5/h
- Maksimi pudotuskorkeus 1,0m
- Maksimi valuputken siirto 2m
- Maksimi tärytysväli 8\*vibran halkaisija
- Valetaan kahtena kiertona 0,5m kerroksina